

# Leistungsprüfung von Verdichter-Kältemaschinen

# DIN 8976

Testing of compression type refrigerating systems

Diese Norm stimmt sachlich überein mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Empfehlung ISO/R 916 — 1968 „Prüfung von Kältemaschinen“. Allgemeingültige thermodynamische Grundlagen sowie physikalische und technische Daten verschiedener Kältemittel siehe „Kältemaschinen-Regeln“<sup>1)</sup>.

## Inhalt

	Seite		Seite
1. Geltungsbereich und Zweck . . . . .	1	6. Bestimmungen der Kälteleistung . . . . .	4
2. Begriffe, Einheiten, Formelzeichen . . . . .	1	7. Bestimmung des Leistungsbedarfs . . . . .	8
3. Technische Gewährleistung . . . . .	3	8. Meßunsicherheiten . . . . .	8
4. Vorbereitung und Durchführung der Prüfung . . . . .	3	9. Ergebnisse, Umrechnung auf Garantiewerte . . . . .	8
5. Meßgeräte . . . . .	4	10. Zahlentafeln und Diagramme . . . . .	9

### 1. Geltungsbereich und Zweck

1.1. Diese Norm gilt für die Leistungsprüfung von Verdichter-Kältemaschinen, die nach dem Kalt-dampf-Kompressionsprinzip arbeiten und aus den Kreislauftteilen für das Verdichten, Verflüssigen und Verdampfen, den Verbindungsleitungen und dem für einen vollständigen Kältekreislauf erforderlichen Zubehör bestehen.

1.2. Diese Norm gilt nicht für die Prüfung anderer Kältemaschinen, wie z. B. Absorptions- oder Dampfstrahl-Kältemaschinen.

1.3. Die Prüfung der Eignung einer Kältemaschine für einen bestimmten Verwendungszweck, z. B. Haushaltskühlschränke, Gewerbe- und Verkaufskühlmöbel, Klimageräte, ist nicht Gegenstand dieser Norm.

### 2. Begriffe, Einheiten, Formelzeichen

#### 2.1. Begriffe

##### 2.1.1. Gesamtkälteleistung $\dot{Q}_{og}$

Die Gesamtkälteleistung ist der Wärmestrom, welcher der Umgebung durch das Kältemittel entzogen wird.

*Anmerkung:* Die Gesamtkälteleistung entspricht bei einstufigen Kältemaschinen in der Regel dem Produkt aus dem Massestrom und der Differenz der Enthalpien des Kältemittels am Eintritt in den Verdichter und am Austritt aus dem Verflüssiger bzw. Nachkühler, falls vorhanden (siehe auch Abschnitt 6.1.1).

##### 2.1.2. Nettokälteleistung $\dot{Q}_{on}$

Die Nettokälteleistung ist der Wärmestrom, der dem Kälteträger im Verdampfer vom Kältemittel entzogen wird (siehe auch Abschnitt 6.1.2).

##### 2.1.3. Nutzkälteleistung $\dot{Q}_{oe}$

Die Nutzkälteleistung ist der Wärmestrom, den das Kältemittel oder der Kälteträger nutzbringend abführt.

Die Nutzkälteleistung entspricht dem Produkt aus Kältemittel- oder Kälteträgerstrom und dessen Enthalpiedifferenz zwischen zwei durch Verfeinerung festgelegten Stellen, zwischen denen die Kälte nutzbar gemacht wird (siehe auch Abschnitt 6.1.3).

<sup>1)</sup> Herausgegeben vom Deutschen Kältetechnischen Verein, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe

Fortsetzung Seite 2 bis 9  
Erläuterungen Seite 9

Fachnormenausschuß Kältetechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

## 2.2. Formelzeichen und Einheiten (Siehe auch DIN 8941)

Bedeutung	Formelzeichen	Einheit	
		Internationales System (SI)	Bisheriges Metrisches System
Thermodynamische Temperatur	$T$	K	K
Celsius-Temperatur	$t$	°C	°C
Druck	$p$	N/m <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>
Dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Enthalpie	$H$	J	kcal
Spezifische Enthalpie	$h$	J/kg	kcal/kg
Spezifische Wärmekapazität	$c$	J/(kg · K)	kcal/(kg · grd)
Spezifische Verdampfungsenthalpie	$\Delta h_d$	J/kg	kcal/kg
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	W/(m · K)	kcal/(h · m · grd)
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha$	W/(m <sup>2</sup> · K)	kcal/(h · m <sup>2</sup> · grd)
Wärmedurchgangskoeffizient	$k$	W/(m <sup>2</sup> · K)	kcal/(h · m <sup>2</sup> · grd)
kinematische Viskosität	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	m <sup>2</sup> /s; St
Massenstrom	$\dot{m}$	kg/s	kg/h
Wärmestrom	$\dot{Q}$	W	kcal/h
Kälteleistung	$Q_o$	W	kcal/h
Kälteleistungsgrad	$\varepsilon$	—	—
Wirkungsgrad	$\eta$	—	—
Leistung (Antriebsleistung)	$P$	W	kW, PS
Wärmeübertragungsfläche	$A$	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
relative Feuchte	$\varphi$	—	—
Wassergehalt (Wassermasse durch Masse der trockenen Luft)	$x$	—	—
Dicke der Isolierung	$\delta$	m	cm

## Indizes:

Index	Bedeutung
a	außen
c	Berichtigung
e	Nutz-
fe	fest
fl	flüssig
g	Gesamt-
G	Kälte Träger, gasförmig
K	Kälte Träger, flüssig
L	Kühlmittel, gasförmig (Kühlluft)
m	Mittel-, mechanisch
n	Netto-, Norm-
R	Kältemittel
s	gesättigt
tr	trocken
W	Kühlmittel, flüssig (Kühlwasser)

### 3. Technische Gewährleistung

#### 3.1. Allgemeines

Gegenstand der technischen Gewährleistungen dürfen nur Eigenschaften sein, die für die Wirtschaftlichkeit und den Betrieb von Verdichterkälteanlagen wesentlich sind und deren Nachprüfung mit den üblichen Meßverfahren möglich ist. Dabei sind die in der Praxis kaum zu vermeidenden Schwankungen der Betriebsbedingungen zu berücksichtigen.

3.1.1. Es wird empfohlen, für die Daten nach Abschnitt 3.2.1 bis 3.2.5 verschiedene Werte in der Nähe des Betriebspunktes nach Abschnitt 3.3 anzugeben, insbesondere bei den Temperaturen. Um das Interpolieren zu vermeiden, können diese Werte innerhalb der Streugrenzen jedes Wertepaares graphisch dargestellt werden. Zulässige Abweichungen sind zu vereinbaren.

3.1.2. Der Einfluß der zeitlichen Schwankungen auf die anderen Betriebsbedingungen muß zwischen den möglichen Interessenten vereinbart werden.

3.2. Gegenstand der technischen Gewährleistungen sollten bei zu vereinbarenden Betriebsbedingungen (siehe Abschnitt 3.3) sein:

3.2.1. eine der drei unter Abschnitt 2.1 definierten Kälteleistungen

3.2.2. der Leistungsbedarf des Verdichters, und zwar wahlweise

- a) der Leistungsbedarf an der Verdichterwelle
- b) der Leistungsbedarf an der Welle der Antriebsmaschine
- c) der Leistungsbedarf der Antriebsmaschine z. B. Klemmenleistung des elektrischen Antriebsmotors oder Treibmittelbedarf der Antriebsmaschine.

3.2.3. der Leistungsbedarf von Hilfsmaschinen (z. B. Ventilatoren von Verflüssiger und Verdampfer, Pumpen, Rührwerke) und Heizungen.

3.2.4. der Leistungsbedarf der Gesamtanlage, resultierend aus den im Abschnitt 3.2.2 und 3.2.3 genannten Leistungsbedarfszahlen.

3.2.5. der Kühlwasserbedarf.

3.2.6. Statt eines Leistungsbedarfs nach Abschnitt 3.2.2 bis 3.2.4 kann auch der Kälteleistungsgrad  $\epsilon$  (früher spezifische Kälteleistung genannt) vereinbart werden.

#### 3.3. Betriebsbedingungen für die Gewährleistungen

Zu vereinbaren sind:

3.3.1. bei allen drei der im Abschnitt 2.1 genannten und nach Abschnitt 3.2 zu garantierenden Kälteleistungen:

- a) Art des Kältemittels
- b) Eintrittszustand des Kühlmittels für die wärmeabgebenden Teile der Anlage (Verflüssiger, Nachkühler usw.)

3.3.2. bei Angabe der Gesamtkälteleistung nach Abschnitt 2.1 außerdem: der Kältemittelzustand am Saugstutzen des Verdichters und am Austritt aus dem Verflüssiger oder Sammler bzw. Nachkühler.

3.3.3. bei Angabe der Netto- oder Nutzkälteleistung nach Abschnitt 2.1 außerdem:

- a) der Zustand des Kälte-trägers am Ein- und Austritt des Verdampfers oder zwei definierten Stellen des Kälte-trägerkreislaufs oder
- b) der Zustand des Kälte-trägers am Ein- oder Austritt des Verdampfers oder einer definierten Stelle des Kälte-trägerkreislaufs sowie der entsprechende Mengenstrom

*Anmerkung: Der Zustand des Kälte-trägers beinhaltet nicht nur dessen Temperatur, sondern auch seine physikalischen Daten. Bei Gas/Dampf-Gemischen, z. B. feuchter Luft, gilt nur Unterabschnitt a).*

3.3.4. Neben den nach Abschnitt 3.3.1 bis 3.3.3 vereinbarten Betriebsbedingungen für die Gewährleistung wird für die Umrechnung auf Garantiebedingungen die Angabe der Verdichterdrehzahl, der Kältemitteldrucke im Verdampfer und Verflüssiger, bzw. der Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur, sowie der Zwischendrucke bei mehrstufigen Anlagen empfohlen.

#### 3.4. Toleranzen

Toleranzen der gewährleisteten Werte sind, falls vorgesehen, besonders zu vereinbaren. Die zulässige Abweichung der gemessenen Werte von den gewährleisteten ist dann die Summe dieser Toleranz und der Gesamtfehlergrenze, die nach Abschnitt 8.4.1 und 8.4.2 der verwendeten Meßmethode zugeordnet ist.

### 4. Vorbereitung und Durchführung der Prüfung

4.1. Die Prüfung ist im Beharrungszustand aller Werte, insbesondere auch im betriebswarmen Zustand des Verdichters und der Antriebsmaschine durchzuführen.

4.2. Zur Vorbereitung der Prüfung sind auf Wunsch des Lieferers die nicht vom Kältemittel berührten Anlagenteile, welche einer starken Verschmutzung unterliegen, zu reinigen, z. B. Kühlwasserseite von Verflüssigern bei zur Verschmutzung und Ausfällungen neigendem Kühlwasser oder die Kälte-trägerseite des Verdampfers bei Ausfällungen aus dem Kälte-träger oder Kühlgut; die vereinbarten Betriebsbedingungen sind jedoch zu beachten.

4.3. Bei Abnahmeversuchen am Aufstellungsort können vom Lieferer Versuche zur Einregulierung der Anlage gemacht werden. Während des eigentlichen Versuchs dürfen nur noch Eingriffe nach gegenseitiger Übereinkunft durchgeführt werden.

4.4. Die Prüfung soll bei Betriebsbedingungen durchgeführt werden, die den nach Abschnitt 3.3. vereinbarten soweit wie möglich entsprechen. Es wird empfohlen, die zulässigen Abweichungen der Betriebsbedingungen beim Abnahmeversuch von den nach Abschnitt 3.3 vereinbarten im Liefervertrag festzulegen.

4.5. Der Beharrungszustand muß, vorzugsweise durch eine graphische Darstellung, während einer ausreichend langen Zeitspanne nachgewiesen sein; dabei müssen die Anfangs- und Endwerte aller für die Prüfung wesentlichen Größen gleich sein.

4.6. Werte, die eine grobe Abweichung gegenüber dem arithmetischen Mittel der Ablesungen aufweisen, bleiben unberücksichtigt.

4.7. Die Ablesungen sind in Zeitabschnitten von höchstens 20 Minuten durchzuführen. Die Dauer der Prüfung richtet sich danach, in welchem Maß der Beharrungszustand eingehalten werden kann.

4.8. Alle Messungen sind nach den geltenden DIN-Normen oder sonstigen Richtlinien durchzuführen z. B. DIN 1952, VDE/VDI 3511. Die Meßgeräte sind nach Abschnitt 5 auszuwählen.

4.9. Die zu prüfende Kälteanlage muß mit den notwendigen Stützen für Thermometer und Manometer versehen sein. Diese Stützen dürfen die bestimmungsgemäße Funktion der Anlage nicht beeinträchtigen.